

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Shinji IIO, et al.**

Serial Number: **Not Yet Assigned**

Filed: **January 26, 2004**

**Customer No.: 38834**

For: **OPTICAL SWITCH**

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**

Commissioner for Patents  
P. O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

January 26, 2004

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

**Japanese Appln. No. 2003-073495, filed on March 18, 2003**

**Japanese Appln. No. 2003-292762, filed on August 13, 2003**

In support of these claims, the requisite certified copies of said original foreign applications are filed herewith.

It is requested that the file of these applications be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copies.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 50-2866.

Respectfully submitted,  
WESTERMAN, HATTORI, DANIELS & ADRIAN, LLP



John P. Kong  
Reg. No. 40,054

Atty. Docket No.: 032179  
1250 Connecticut Ave, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20036  
Tel: (202) 822-1100  
Fax: (202) 822-1111  
JPK/II

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月18日  
Date of Application:

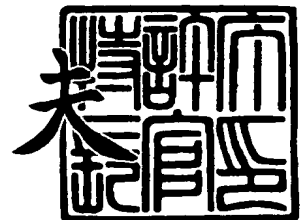
出願番号 特願2003-073495  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-073495]

出願人 横河電機株式会社  
Applicant(s):

2003年 9月19日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2003-3077309

【書類名】 特許願

【整理番号】 02N0189

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/313

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会  
社内

【氏名】 飯尾 晋司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会  
社内

【氏名】 末広 雅幸

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会  
社内

【氏名】 中島 眞一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会  
社内

【氏名】 浅野 義之

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会  
社内

【氏名】 三浦 明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会  
社内

【氏名】 八木原 剛

**【発明者】**

**【住所又は居所】** 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会社  
社内

**【氏名】** 小林 信治

**【発明者】**

**【住所又は居所】** 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会社  
社内

**【氏名】** 岡 貞治

**【特許出願人】**

**【識別番号】** 000006507

**【氏名又は名称】** 横河電機株式会社

**【代表者】** 内田 勲

**【手数料の表示】**

**【予納台帳番号】** 005326

**【納付金額】** 21,000円

**【提出物件の目録】**

**【物件名】** 明細書 1

**【物件名】** 図面 1

**【物件名】** 要約書 1

**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光スイッチ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

キャリア注入による屈折率変化により光導波路の伝送経路を切り換える光スイッチにおいて、前記光導波路が形成された半導体基板上に前記注入されたキャリアを蓄積するキャリア蓄積層を設けたことを特徴とする光スイッチ。

【請求項 2】

半絶縁基板上にクラッド層、光導波路層を積層し、前記クラッド層のバンドギャップを光導波路層より広げる構成とすることにより光導波路層をキャリア蓄積層としたことを特徴とする請求項 1 記載の光スイッチ。

【請求項 3】

光導波路層の上部にこの層よりバンドギャップが広い半導体層を設けたことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の光スイッチ。

【請求項 4】

光導波路層の上部にこの層よりバンドギャップが広い半導体層を設けるとともに、p n タイプの異なる層で形成したことを特徴とする請求項 3 に記載の光スイッチ。

【請求項 5】

光導波路層を n タイプの半導体としたことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の光スイッチ。

【請求項 6】

光導波路層はクラッド層よりバンドギャップの狭い半導体層とするとともに p n タイプの異なる層で形成したことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の光スイッチ。

【請求項 7】

半絶縁性 GaAs 基板上に、

クラッド層として p-AlGaAs

光導波路層としてクラッド層より Al 含有率が低い (0 を含む) n-AlGa

As を積層したことを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載の光スイッチ。

【請求項 8】

半導体材料として SiGe 系を用いたことを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載の光スイッチ。

【請求項 9】

半導体材料として InGa (Al) AsP 系を用いたことを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載の光スイッチ。

【請求項 10】

半導体材料として GaInNAs 系を用いたことを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載の光スイッチ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、キャリア注入による屈折率変化により光信号の伝送経路を切り換える光スイッチに関し、特に注入された有効なキャリアが有効な部分に蓄積されやすい構造とし、注入電流を低減することが可能な光スイッチに関する。

【0002】

【従来の技術】

現在の通信ネットワークである LAN (Local Area Network) や WAN (Wide Area Network) 等では、通常電気信号をもって情報を伝送する通信方式となっている。

【0003】

光信号をもって情報を伝送する通信方法は大量のデータを伝送する基幹ネットワークやその他一部のネットワークで用いられているだけである。また、これらのネットワークは "point to point" の通信であり、"フォトリックネットワーク" と言える通信網までは発達していないのが現状である。

【0004】

このような "フォトリックネットワーク" を実現するためには、電気信号の送信先を切り換えるルータやスイッチングハブ等といった装置と同様の機能を有する "光ルータ" や "光スイッチングハブ" 等が必要になる。

## 【 0 0 0 5 】

また、このような装置では高速に伝送経路を切り換える光スイッチが必要になり、ニオブ酸リチウムや P L Z T (Lead Lanthanum Zirconate Titanate) 等の強誘電体を用いたものや、半導体に光導波路を形成し半導体中にキャリアを注入して屈折率を変化させ光信号の伝送経路を切り換えるものが存在する。

## 【 0 0 0 6 】

そして、従来の半導体に光導波路を形成し半導体中にキャリアを注入して屈折率を変化させ光信号の伝送経路を切り換える光スイッチに関連する先行技術文献としては次のようなものがある。

## 【 0 0 0 7 】

## 【特許文献 1】

特開平 4 - 3 2 0 2 1 9 号公報

## 【非特許文献 1】

「2x2 Optical Waveguide Switch with Bow-Tie Electrode Based on Carrier-Injection Total Internal Reflection in SiGe Alloy」, Baojun Li and Soo-Jin Chua, p206-p208, IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, VOL.13, NO.3, MARCH 2001

## 【 0 0 0 8 】

図 4 及び図 5 はこのような従来の光スイッチの一例を示す平面図及び断面図である。

図 4 において基板 1 上には”X 字状”の光導波路を有する光導波路層 2 が形成され、”X 字状”の光導波路の交差部分には長形状の N 電極 3 が形成される。また、”X 字状”の光導波路の交差部分の近傍であって N 電極 3 に並行して長形状の P 電極 4 が形成される。

## 【 0 0 0 9 】

一方、図 5 は図 4 中”A - A'”における断面図であり、1 は p 型 S i 基板、2 は ”X 字状”の光導波路を有する p 型の S i Ge 層、3 は電子が注入される N 電極、4 は正孔が注入される P 電極である。

この例ではキャリア注入は S i の P N ダイオードへ順方向電流を流すことで行

なわれる。

#### 【0010】

ここで、図4に示す従来例の動作を図4を参照しながら説明する。光スイッチが”OFF”の場合、N電極3及びP電極4には電流が供給されない。

#### 【0011】

このため、”X字状”の光導波路の交差部分の屈折率の変化は生じないため、例えば、図4中”PI01”から入射した光信号は交差部分を直進して図4中”PO01”に示す部分から出射される。

#### 【0012】

一方、光スイッチが”ON”の場合、N電極3から電子が注入され、P電極4からは正孔が注入され、このため、前記交差部分にはキャリア（電子、正孔）が注入される。

#### 【0013】

このため、プラズマ効果によって”X字状”の光導波路の交差部分の屈折率が低くなるように変化するため、例えば、図4中”PI01”から入射した光信号は交差部分に生じた低屈折率部分で全反射されて図4中”PO02”に示す部分から出射される。

#### 【0014】

この結果、電極に電流を供給して”X字状”の光導波路の交差部分にキャリア（電子、正孔）を注入して交差部分の屈折率を制御することにより、光信号の出射される位置を制御、言い換えれば、光信号の伝播経路を切り換えることが可能になる。

#### 【0015】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、キャリア注入型の光スイッチの場合では、駆動電流をより小さくし、駆動回路への負担を軽減することにより動作を容易にすることができる。

この例では、キャリア注入はSiのPNダイオードへ順方向電流を流すことで行われている。このような構造では、注入されたキャリアが、途中で蓄積されることなく容易に反対側の電極まで流れ出てしまう。そのため、非常に多くの電流を流



し込むことになり、駆動回路への負担が大きく、高速動作させることも難しくなってしまう。

#### 【0016】

即ち、注入されたキャリアが、途中で蓄積されることなく容易に反対側の電極まで流れ出てしまうため、動作には非常に多くの電流を流し込む必要があり、そのため駆動回路への負担が大きく、高速動作させることも難しくなるという問題があった。

本発明は、注入された有効なキャリアが有効な部分に蓄積されやすい構造とし、駆動回路への負担を小さくし、高速動作させることを目的としている。

#### 【0017】

##### 【課題を解決するための手段】

このような課題を達成するために、本発明の光スイッチは、請求項1においては、

キャリア注入による屈折率変化により光導波路の伝送経路を切り換える光スイッチにおいて、前記光導波路が形成された半導体基板上に前記注入光スイッチ。

#### 【0018】

請求項2においては、請求項1記載の光スイッチにおいて、

半絶縁基板上にクラッド層、光導波路層を積層し、前記クラッド層のバンドギャップを光導波路層より広げる構成とすることにより光導波路層をキャリア蓄積層としたことを特徴とする。

#### 【0019】

請求項3においては、請求項1または2記載の光スイッチにおいて、

光導波路層の上部にこの層よりバンドギャップが広い半導体層を設けたことを特徴とする。

#### 【0020】

請求項4においては、請求項3に記載の光スイッチにおいて、

光導波路層の上部にこの層よりバンドギャップが広い半導体層を設けるとともに、pnタイプの異なる層で形成したことを特徴とする。

#### 【0021】

請求項 5 においては、請求項 1～4 のいずれかに記載の光スイッチにおいて、光導波路層を n タイプの半導体としたことを特徴とする。

【0022】

請求項 6 においては、請求項 1～5 のいずれかに記載の光スイッチにおいて、光導波路層はクラッド層よりバンドギャップの狭い半導体層とするとともに p n タイプの異なる層で形成したことを特徴とする。

【0023】

請求項 7 においては、請求項 1～6 のいずれかに記載の光スイッチにおいて、半絶縁性 GaAs 基板上に、  
クラッド層として p-AlGaAs  
光導波路層としてクラッド層より Al 含有率が低い (0 を含む) n-AlGaAs を積層したことを特徴とする。

【0024】

請求項 8 においては、請求項 1～6 のいずれかに記載の光スイッチにおいて、半導体材料として SiGe 系を用いたことを特徴とする。

【0025】

請求項 9 においては、請求項 1～6 のいずれかに記載の光スイッチにおいて、半導体材料として InGa (Al) AsP 系を用いたことを特徴とする。

【0026】

請求項 10 においては、請求項 1～6 のいずれかに記載の光スイッチにおいて、半導体材料として GaInNAs 系を用いたことを特徴とする。

【0027】

【発明の実施の形態】

以下本発明を図面を用いて詳細に説明する。図 1 は本発明に係る光スイッチの一実施例を示す断面図、図 2 は図 1 に示す光スイッチの電流注入時のバンド模式図である。なお、平面図は図 4 に示す従来のものと同様なのでここでの記載と説明は省略する。

【0028】

図1において、1はGaAsやInP等の半導体の基板、2は”X字状”の光導波路を有するn<sup>+</sup>-GaAsからなる光導波路層、3は電子が注入されるN電極、4は正孔が注入されるP電極である。

5はp<sup>+</sup>-GaAsからなるコンタクト層、6はp-AlGaAsからなるクラッド層、7はn<sup>+</sup>-GaAsのキャップ層、8はSiO<sub>2</sub>等の絶縁膜、9a、9b及び9cは絶縁層であるポリイミド層、10a及び10bは配線パターンである。

#### 【0029】

基板1上にはコンタクト層5、クラッド層6及び光導波路層2が台形状になるように順次形成され、光導波路層2上の一部にはキャップ層7が形成される。

#### 【0030】

基板1、コンタクト層5、クラッド層6及び光導波路層2上であってキャップ層7及びコンタクト層5の一部以外には絶縁膜8が形成される。また、キャップ層7及びコンタクト層5の一部にN電極3及びP電極4がそれぞれ形成される。

#### 【0031】

絶縁膜8上にはポリイミド層9a、9b及び9cがそれぞれ形成され、配線パターン10aはポリイミド層9a上に形成されると共にN電極3に接続され、配線パターン10bはポリイミド層9c上に形成されると共にP電極4に接続される。

#### 【0032】

図2は図1に示す光スイッチの電流注入時のバンド模式図を示すものである。

キャリア注入型光スイッチでは、キャリアを注入することで半導体の屈折率変化を起こし、それによって光の経路の切り替えを行う。この屈折率変化量は、キャリアのタイプによっても大きく異なる。

#### 【0033】

この屈折率変化量は、キャリアの有効質量に反比例するため、有効質量の小さいキャリアほどキャリア変化に対応する屈折率変化が大きい。通常の半導体では、ホールより電子の方が有効質量が小さいため、電子を注入した場合の屈折率変化の方が、ホールを注入した場合の屈折率変化に対して大きい。

## 【0034】

また、光導波路層での屈折率変化のみが、経路切り替えに有効となる。すなわち、キャリアを注入することによって、光導波路層に電子が溜まりやすい構造にすることで、光スイッチの駆動電流を低くできる。

## 【0035】

図2に示した光スイッチは、光導波路層を比較的濃度の低い ( $10^{17} \text{ cm}^{-3}$  以下) n型、クラッド層を中程度 ( $10^{16} \sim 5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  程度) の濃度のp型にしている。ホールは、下部  $p^+$ -GaAsコンタクト層から  $p$ -AlGaAsクラッド層を通して、 $n$ -GaAs光導波路層に注入される。

## 【0036】

一方電子は  $n^+$ -GaAsキャップ層から  $n$ -GaAs光導波路層に注入される。この場合、電子は、光導波路層に注入されるが、クラッド層がp型のAlGaAs層であるため、電子にとっては大きな障壁となり、電子は光導波路層に溜まりやすくなる。

## 【0037】

上述のような構成のキャリア注入型光スイッチによれば、濃度変化による屈折率変化が比較的大きな電子が、光導波路層に溜まりやすい構造になっている。そのため、光スイッチの駆動電流を低くすることができ、駆動回路への負担を軽減できる。

## 【0038】

なお、実施例では、AlGaAs系の半導体で構成しているが、SiGe系、InGa(Al)AsP系、GaInNAs系のような同様の効果を示す半導体材料で構成しても良い。

また、本実施例では、下部にコンタクト層、上部にはキャップ層を設けているが、コンタクト層の代わりにクラッド層にイオン注入や不純物拡散などでコンタクト領域を形成しても良い。

## 【0039】

また、キャップ層の代わりに、光導波路層にイオン注入や不純物拡散などでコンタクト領域を形成しても良い。

**【0040】**

また、光導波路層はクラッド層よりバンドギャップの狭い半導体層とし p n タイプの異なる層で形成した場合、光導波路層を n にしたときは電子、p にしたときはホールの蓄積効果が高くなる。

**【0041】**

また、光導波路層の上部にこの層よりバンドギャップが広い半導体層を設けるとともに p n タイプの異なる層で形成した場合、光導波路層を n にしたときは電子、p にしたときはホールの蓄積効果が高くなる。

**【0042】**

更に、本実施例では、光導波路層とクラッド層でバンドギャップの異なる半導体層が接しているシングルヘテロ構造になっているが、図3に示すようにキャップ層と光導波路層との間に、光導波路層の下部のクラッド層と p n 反転したホール蓄積層 20 を設けてダブルヘテロ構造にすると、光導波路層に電子もホールも蓄積でき、さらに駆動電流が低減できる。

また、本実施例では、光導波路の横方向の光の閉じ込めにリッジ型を使用しているが、本提案の効果は、導波路の光の横方向閉じ込め方法には依存しない。

**【0043】**

本発明の以上の説明は、説明および例示を目的として特定の好適な実施例を示したに過ぎない。したがって本発明はその本質から逸脱せずに多くの変更、変形をなし得ることは当業者に明らかである。

特許請求の範囲の欄の記載により定義される本発明の範囲は、その範囲内の変更、変形を包含するものとする。

**【0044】****【発明の効果】**

以上説明したように、本発明によれば、キャリア注入による屈折率変化により光導波路の伝送経路を切り換える光スイッチにおいて、前記光導波路が形成された半導体基板上に前記注入されたキャリアを蓄積するキャリア蓄積層を設け、注入された有効なキャリアが有効な部分に蓄積されやすい構造としたので、駆動回路への負担を小さくし、高速動作させることができる。

また、光導波路層を n タイプの半導体としたので、屈折率変化がホールより大きな電子の蓄積効果を高めることができる。

更に、光導波路層をクラッド層よりバンドギャップの狭い半導体層とし、p n タイプの異なる層で形成したので、光導波路層を n にしたときは電子、p にしたときはホールの蓄積効果を高くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る光スイッチの一実施例を示す断面図である。

【図 2】

図 1 に示す断面図の電流注入時のバンド模式図である。

【図 3】

他の実施例の電流注入時のバンド模式図である。

【図 4】

本発明及び従来の光スイッチの一例を示す平面図である。

【図 5】

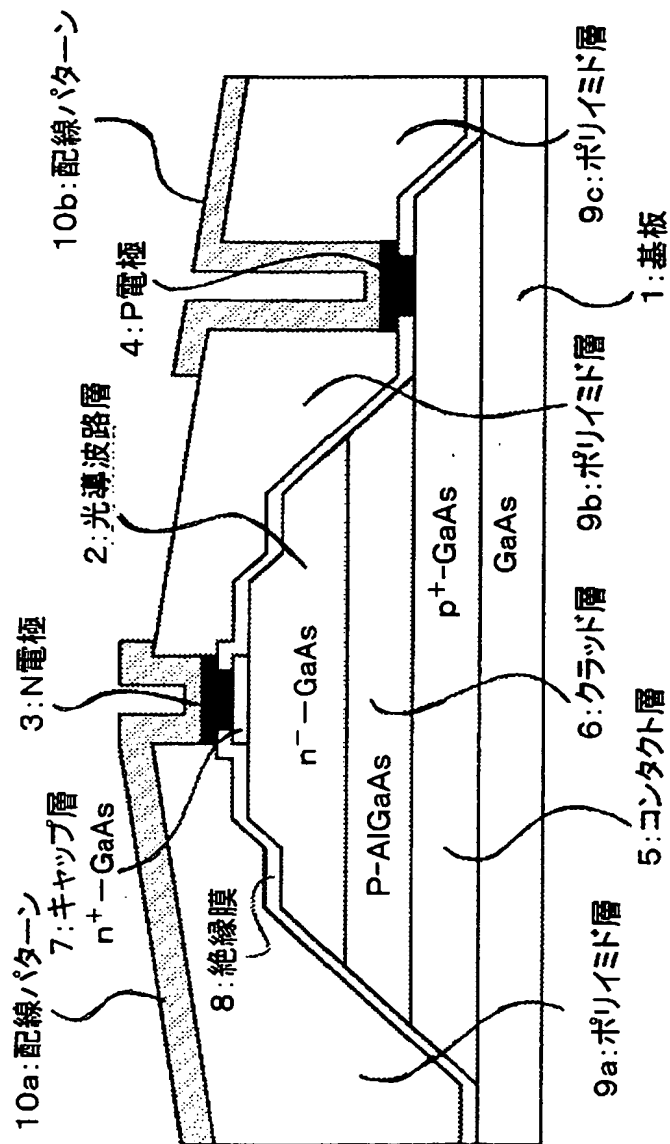
従来の光スイッチの一例を示す断面図である。

【符号の説明】

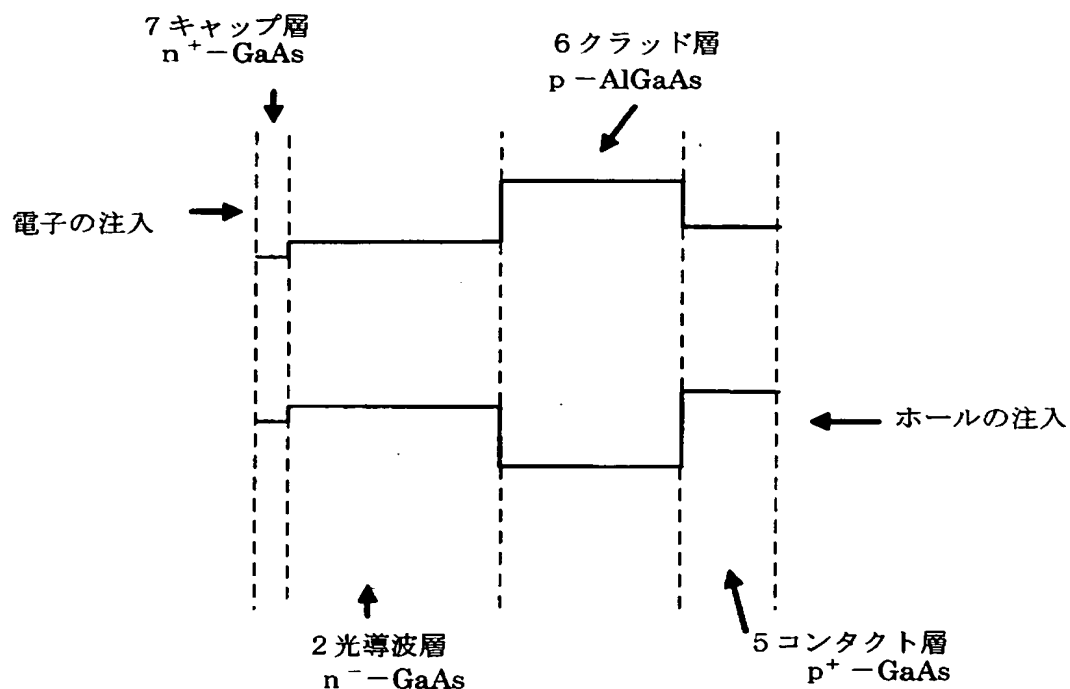
- 1 基板
- 2 光導波路
- 3 N電極
- 4 P電極
- 5 コンタクト層
- 6 クラッド層
- 7 キャップ層
- 8 絶縁膜
- 9 a, 9 b, 9 c ポリイミド層
- 10 a, 10 b 配線パターン

【書類名】 図面

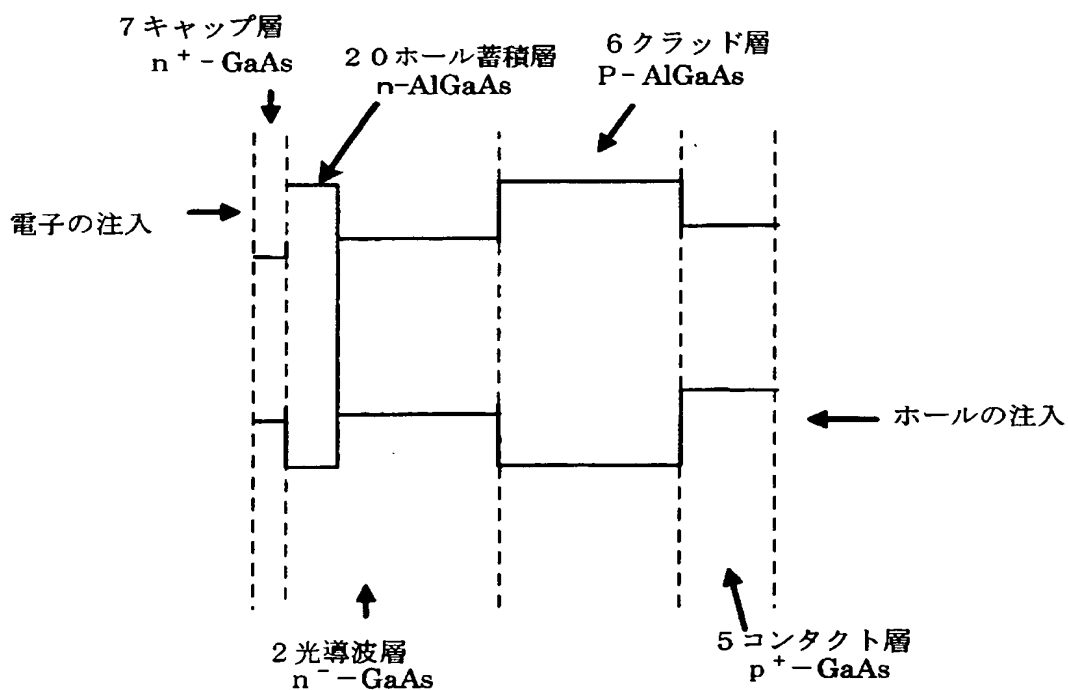
【図 1】



【図 2】

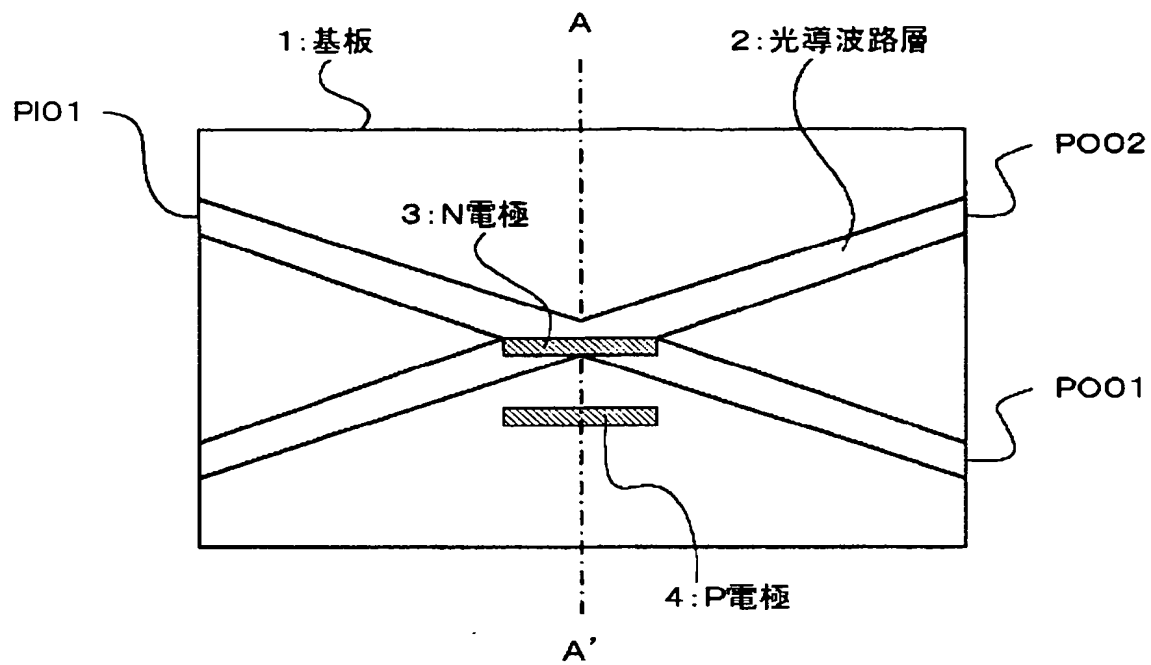


【図 3】

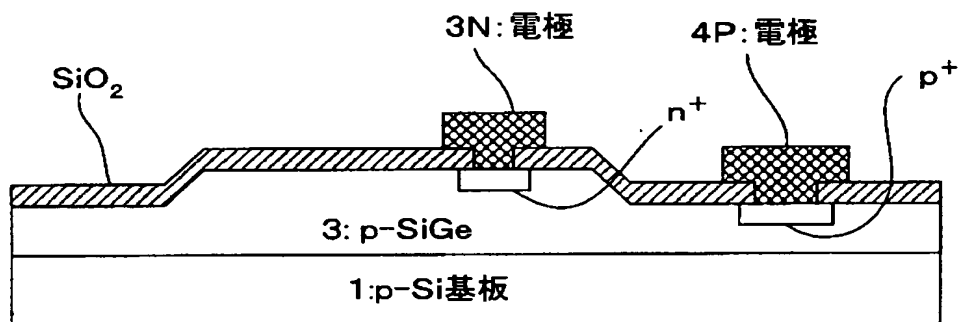




【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 駆動回路への負担を小さくし、高速動作が可能な光スイッチを実現する。

【解決手段】 キャリア注入による屈折率変化により光導波路の伝送経路を切り換える光スイッチにおいて、前記光導波路が形成された半導体基板上に前記注入されたキャリアを蓄積するキャリア蓄積層を設ける。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 7 3 4 9 5
受付番号	5 0 3 0 0 4 4 0 1 7 1
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0 0 9 1
作成日	平成 1 5 年 3 月 1 9 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 3月18日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 7 3 4 9 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 5 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号

氏 名

横河電機株式会社